

PAT-NO: JP411031014A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11031014 A
TITLE: POSITION CONTROL SYSTEM AND SPEED CONTROL
SYSTEM
PUBN-DATE: February 2, 1999

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
MAKINO, KENICHI
TOMITA, YOSHIYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SUMITOMO HEAVY IND LTD N/A

APPL-NO: JP09188326

APPL-DATE: July 14, 1997

INT-CL (IPC): G05D003/12, G05B011/36 , G05B013/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the position control system which can suppress a position shift of a mechanism consisting of a motor and a load by estimating disturbing torque exerting on the mechanism and compensating it.

SOLUTION: A disturbance compensator 6 estimates load input disturbance from the difference between the torque command estimated value obtained by filtering a torque command value $X_{SB} < SB > c < /SB >$ by a low-pass filter 7 and the load input torque estimated value estimated from a position detected value (x) through a reverse model for the controlled system consisting of the motor 3 and load 4 and the low-pass filter 7. Further, a compensating filter 9 which adds the

differential quantity of the estimated load input disturbance thereto is provided and then the output of the compensating filter 9 is subtracted from the torque command value X_{c} in advance to compensate the disturbance.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-31014

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 5 D 3/12

3 0 5

G 0 5 D 3/12

3 0 5 L

G 0 5 B 11/36

G 0 5 B 11/36

B

13/02

13/02

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-188326

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月14日

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 牧野 健一

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社平塚事業所内

(72) 発明者 富田 良幸

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社平塚事業所内

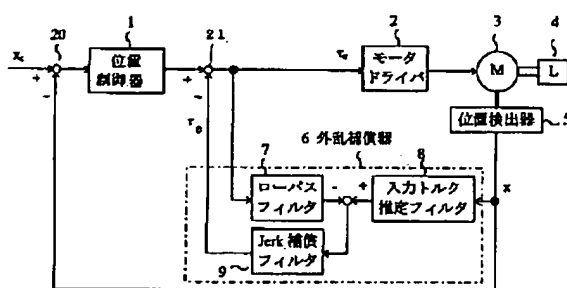
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 位置制御方式及び速度制御方式

(57) 【要約】

【課題】 モータ及び負荷で構成される機構に働く外乱トルクを推定し補償することで、機構の位置変動を抑制することのできる位置制御方式を提供すること。

【解決手段】 外乱補償器6は、トルク指令値 \dot{x}_c をローパスフィルタ7にてフィルタリングしたトルク指令推定値と、モータ3及び負荷4からなる制御対象の逆モデル及びローパスフィルタにて位置検出値 x より推定した負荷入力トルク推定値との差分により負荷入力外乱を推定する。更に、該推定負荷入力外乱にその微分量を足し合わせる補償フィルタ9を有することにより、前記補償フィルタ出力を前記トルク指令値から前もって引くことにより外乱を補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 負荷を駆動するためのモータと、

前記モータに設けられて対象物の位置を検出するための位置検出器と、

前記位置検出器からの位置検出値と位置指令値とに基づいて前記モータを制御するフィードバック制御系とを備え、

前記フィードバック制御系は、前記位置検出値と前記位置指令値とによりトルク指令値を作成する位置制御器と外乱補償器とを含み、

前記外乱補償器は、前記トルク指令値をローパスフィルタにてフィルタリングしたトルク指令推定値と、前記モータ及び負荷からなる制御対象の逆モデル及びローパスフィルタにて前記位置検出値より推定した負荷入力トルク推定値との差分により負荷入力外乱を推定する外乱オブザーバと、該推定負荷入力外乱にその微分を足し合わせる補償フィルタとを有することにより、前記補償フィルタ出力を前記トルク指令値から前もって引くことにより外乱を補償するようにしたことを特徴とする位置制御方式。

【請求項2】 負荷を駆動するためのモータと、

前記モータに設けられてその速度を検出するための速度検出器と、

前記速度検出器からの速度検出値と速度指令値とに基づいて前記モータを制御するフィードバック制御系とを備え、

前記フィードバック制御系は、前記速度検出値と前記速度指令値とによりトルク指令値を作成する速度制御器と外乱補償器とを含み、

前記外乱補償器は、前記トルク指令値をローパスフィルタにてフィルタリングしたトルク指令推定値と、前記モータ及び負荷からなる制御対象の逆モデル及びローパスフィルタにて前記速度検出値より推定した負荷入力トルク推定値との差分により負荷入力外乱を推定する外乱オブザーバと、該推定負荷入力外乱にその微分を足し合わせる補償フィルタとを有することにより、前記補償フィルタ出力を前記トルク指令値から前もって引くことにより外乱を補償するようにしたことを特徴とする速度制御方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータ及び負荷で構成される機構の移動及び位置決めを行う装置の位置制御方式及び速度制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の制御方式の一例として、一般的な外乱オブザーバ方式の外乱補償器を備えた位置制御方式の例を図4を参照して説明する。この位置制御方式は、位置制御器1、モータドライバ2、負荷4を駆動するモータ3、位置検出器5及び外乱補償器6を含むフィ

ードバック制御系を有してモータ3を制御する。位置制御器1は、位置指令値 x_c と位置検出値 x との差を検出する減算器20の減算結果に応じて位置指令値 x_c と位置検出値 x とを一致させるようにモータドライバ2へのトルク指令値 τ_c を調節する。外乱補償器6は、ローパスフィルタ7によりフィルタリングされたモータドライバ2へのトルク指令値 τ_c と、入力トルク推定フィルタ8により位置検出値 x から推定された推定負荷入力トルクとの差分により推定負荷外乱トルク τ_d を算出する外乱オブザーバを有し、減算器21により外乱トルク τ_d を打ち消すようにトルク指令値 τ_c を補正する。

【0003】上記制御方式のブロック線図を図5に示す。位置制御器1の伝達関数は $G_p(s)$ で表される。他、ローパスフィルタ7、入力トルク推定フィルタ8の伝達関数は、対応するブロックの中に記入された通りである。更に、モータ3のトルク定数はブロック10に K_t で示され、モータ3と負荷4を含んだ機構の伝達関数はブロック11中に $1/Js^2$ で示される。ブロック12中の e^{-Ls} は、外乱補償器6、ローパスフィルタ7、入力トルク推定フィルタ8、位置制御器1及びモータドライバ2のムダ時間要素である。また、図5中、 L はむだ時間、 J は可動部（モータ可動部と負荷）の慣性項、 α はローパスフィルタの減衰係数、 ω はローパスフィルタのカットオフ周波数、 J_{nom} は可動部の規範モデルの慣性項、 s はラプラス演算子をそれぞれ表す。

【0004】ローパスフィルタ7は、モータドライバ2へのトルク指令値 τ_c を外乱を抑制したい周波数帯域でフィルタリングする。入力トルク推定フィルタ8はモータ3と負荷4を含んだ機構の入力トルクから位置への伝達関数 $1/Js^2$ の逆モデルに基づいて位置検出器5より推定負荷入力トルクを求める。この入力トルク推定フィルタ8も前記のローパスフィルタ7と同様のフィルタ特性を持たせ、外乱を抑制したい周波数帯の推定負荷入力トルクのみを算出する。フィルタリングされたトルク指令値と推定負荷入力トルクとの差分により推定負荷外乱トルク τ_d を算出し、外乱トルクを打ち消すようにトルク指令値 τ_c を補正する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記ブロック線図の外乱入力から位置検出値 x の周波数応答の一例を図6に示す。外乱オブザーバによる外乱補償では、その補償帯域をローパスフィルタ7によって決定する。この補償帯域を高くすると、外乱補償ループに含まれるムダ時間要素 e^{-Ls} による位相遅れのため、外乱補償ループの位相余裕が小さくなる。このため、図6中の破線の円内に示すように、外乱補償帯域より高い周波数で外乱に対する感度が高くなってしまい、その帯域での外乱抑制性能が悪化するという問題がある。

【0006】そこで、本発明の課題は、モータ及び負荷で構成される機構の移動及び位置決めを行う装置の位置

3

制御方式において、機構に働く外乱トルクを推定し補償することで、機構の位置変動を抑制することのできる位置制御方式を提供することにある。

【0007】本発明はまた、簡単な構成で外乱補償ループを安定化し、高い周波数領域での外乱抑制特性の劣化を防止することのできる位置制御方式を提供することにある。

【0008】本発明は更に、上記の位置制御方式と同じ効果を達成することのできる速度制御方式を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、負荷を駆動するためのモータと、前記モータに設けられて対象物の位置を検出するための位置検出器と、前記位置検出器からの位置検出値と位置指令値とに基づいて前記モータを制御するフィードバック制御系とを備え、前記フィードバック制御系は、前記位置検出値と前記位置指令値とによりトルク指令値を作成する位置制御器と外乱補償器とを含み、前記外乱補償器は、前記トルク指令値をローパスフィルタにてフィルタリングしたトルク指令推定値と、前記モータ及び負荷からなる制御対象の逆モデル及びローパスフィルタにて前記位置検出値より推定した負荷入力トルク推定値との差分により負荷入力外乱を推定する外乱オブザーバと、該推定負荷入力外乱にその微分を足し合わせる補償フィルタとを有することにより、前記補償フィルタ出力を前記トルク指令値から前もって引くことにより外乱を補償するようにしたことを特徴とする位置制御方式が提供される。

【0010】本発明によればまた、負荷を駆動するためのモータと、前記モータに設けられてその速度を検出するための速度検出器と、前記速度検出器からの速度検出値と速度指令値とに基づいて前記モータを制御するフィードバック制御系とを備え、前記フィードバック制御系は、前記速度検出値と前記速度指令値とによりトルク指令値を作成する速度制御器と外乱補償器とを含み、前記外乱補償器は、前記トルク指令値をローパスフィルタにてフィルタリングしたトルク指令推定値と、前記モータ及び負荷からなる制御対象の逆モデル及びローパスフィルタにて前記速度検出値より推定した負荷入力トルク推定値との差分により負荷入力外乱を推定する外乱オブザーバと、該推定負荷入力外乱にその微分を足し合わせる補償フィルタとを有することにより、前記補償フィルタ出力を前記トルク指令値から前もって引くことにより外乱を補償するようにしたことを特徴とする速度制御方式が提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明を位置制御方式に適用した場合の好ましい実施の形態について説明する。図1を参照して、図4と同じ構成要素には同一番号を付している。すなわち、この位置制御方式は、位置制御器1、モ

4

ータドライバ2、負荷4を駆動するためのモータ3、位置検出器5及び外乱補償器6を含むフィードバック制御系を有するが、外乱補償器6はローパスフィルタ7、入力トルク推定フィルタ8に加えてJerk（加加速度）補償フィルタ9を有する。

【0012】位置制御器1は、減算器20の減算結果に応じて位置指令値 x_c と位置検出値 x とを一致させるようにモータドライバ2へのトルク指令値 τ_c を調節する。外乱補償器6は、ローパスフィルタ7によりフィルタリングされたモータドライバ2へのトルク指令値 τ_c と、入力トルク推定フィルタ8により位置検出値 x より推定された推定負荷入力トルクとの差分をJerk（加加速度）補償フィルタ9によりフィルタリングして推定負荷外乱トルク τ_d を算出し、減算器21により外乱トルクを打ち消すようにトルク指令値 τ_c を補正する。

【0013】上記制御装置のブロック線図を図5に示す。1：位置制御装置の伝達関数、10：モータのトルク定数、11：モータと負荷を含んだ機構の伝達関数、6：外乱補償器、7：ローパスフィルタ、8：入力トルク推定フィルタ、9：Jerk補償フィルタである。

【0014】ローパスフィルタ7はモータドライバ2へのトルク指令値を外乱を抑制したい周波数帯域でフィルタリングする。入力トルク推定フィルタ8はモータと負荷を含んだ機構の入力トルクから位置への伝達関数：11の逆モデルに基づいて位置検出器5で検出される位置より負荷入力トルクを推定する。このフィルタも前記のローパスフィルタ7と同様のフィルタ特性を持たせ、外乱を抑制したい周波数帯の負荷入力トルクのみを算出する。フィルタリングされたトルク指令値と、推定負荷入力トルクとの差分とをJerk補償フィルタ9によりフィルタリングして推定負荷外乱トルクを算出し、外乱トルクを打ち消すようにモータトルク指令値を補正する。

【0015】本制御方式のブロック線図を図2に示す。

【0016】本形態における外乱オブザーバ方式の外乱補償器は以下のように作用する。ローパスフィルタ7はモータドライバ2へのトルク指令値を外乱を抑制したい周波数帯域でフィルタリングする。入力トルク推定フィルタ8は、モータ3と負荷4を含んだ機構の入力トルクから位置への伝達関数 $1/J s^2$ の逆モデルに基づいて位置検出器5で検出される位置検出値 x より負荷入力トルクを推定する。この入力トルク推定フィルタ8も前記のローパスフィルタ7と同様のフィルタ特性を持たせ、外乱を抑制したい周波数帯の推定負荷入力トルクのみを算出する。フィルタリングされたトルク指令値と推定負荷入力トルクとの差分をJerk補償フィルタ9によりフィルタリングして推定負荷外乱トルクを算出し、外乱トルク τ_d を打ち消すようにモータトルク指令値を補正する。このとき機構の入力トルクから位置への伝達関数 $1/J s^2$ の逆モデルとして、モータ3及び負荷4の慣

5

性からなるモデルを用いることで、機構の摩擦特性の変動等を外乱トルクとして推定する。

【0017】Jerk補償フィルタ9は、推定負荷入力外乱に微分量を足し合わせることで、位置制御器1及びモータドライバ2のムダ時間要素 e^{-Ls} による推定負荷外乱トルクの位相遅れを改善し、外乱補償ループの安定性を増す。これにより、図3に位置検出値 x の周波数応答を示すように、高周波での外乱抑制特性の劣化を防止する。

【0018】なお、上記の形態は、位置制御方式の場合であるが、本発明は速度制御方式に適用することもできる。この場合、位置制御器1、位置検出器5に代えてそれぞれ、速度制御器、速度検出器が用いられる。そして、入力トルク推定フィルタ8は、モータ3と負荷4を含んだ機構の入力トルクから速度への伝達関数の逆モデルに基づいて速度検出器で検出される速度より負荷入力トルクを推定する。

【0019】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明では外乱補償器にJerk補償フィルタを持たせることによつて、ムダ時間要素による外乱補償ループの位相遅れを補償し、外乱補償帯域より高域での外乱抑制特性の劣化を

6

減少することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施の形態による位置制御方式の構成図である。

【図2】図1の構成のブロック線図である。

【図3】本形態における位置検出値の周波数応答を示した特性図である。

【図4】従来の位置制御方式の一例の構成図である。

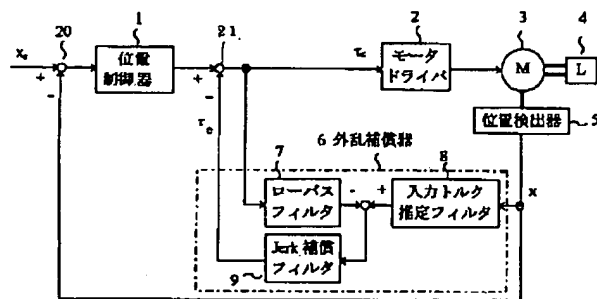
【図5】図4の構成のブロック線図である。

【図6】図4の位置制御方式における位置検出値の周波数応答を示した特性図である。

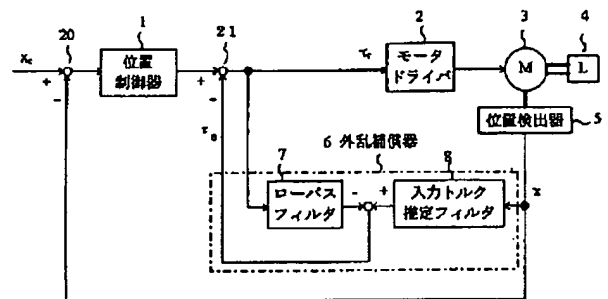
【符号の説明】

- 1 位置制御器
- 2 モータドライバ
- 3 モータ
- 4 負荷
- 5 位置検出器
- 6 外乱補償器
- 7 ローパスフィルタ
- 8 入力トルク推定フィルタ
- 9 Jerk補償フィルタ
- 20、21 減算器

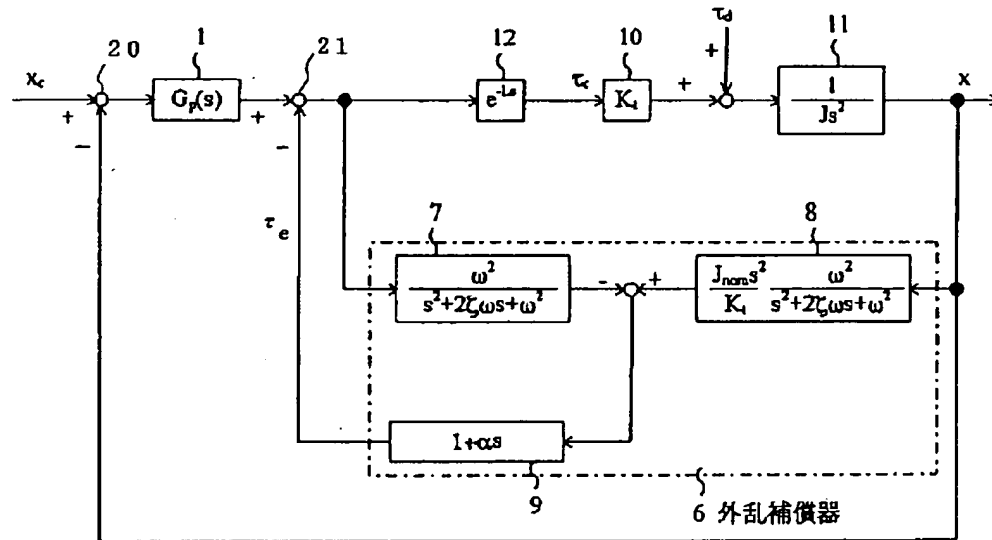
【図1】



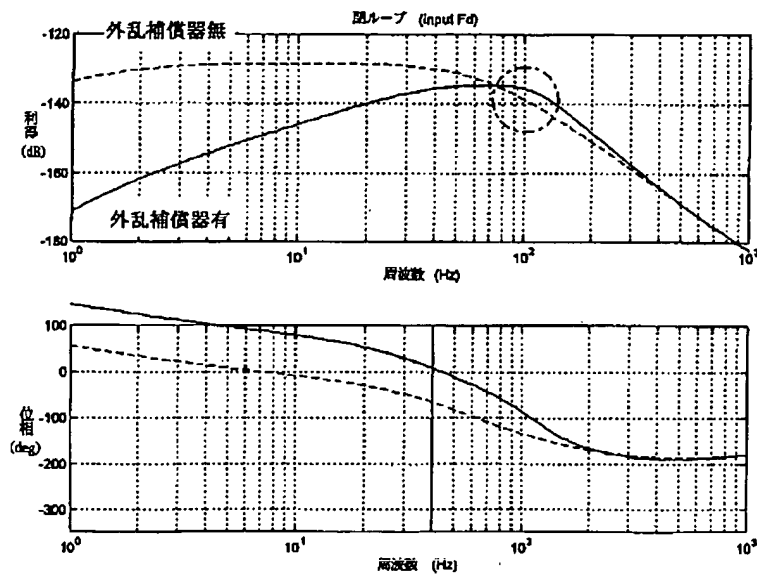
【図4】



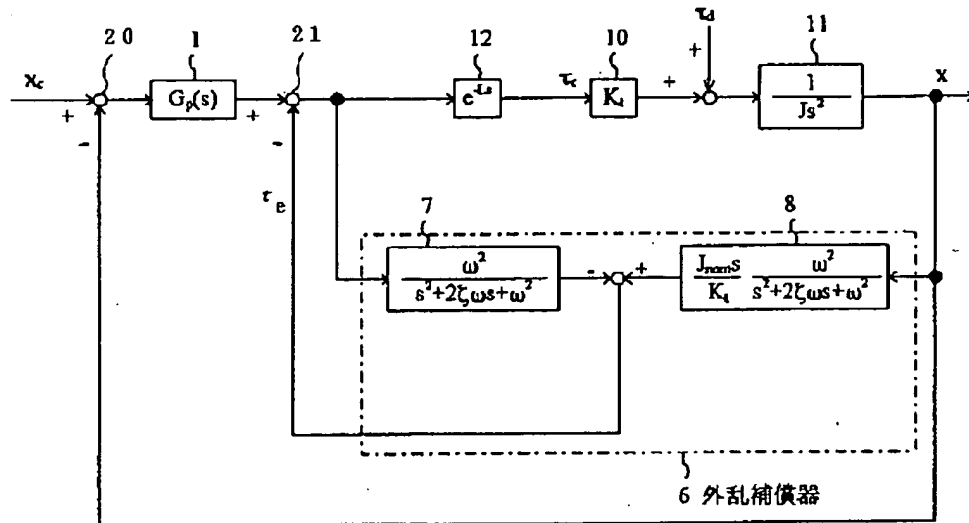
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

